

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005 年 6 月 30 日 (30.06.2005)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/059325 A1

(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: F01N 3/08, 3/36, F02M 51/06, 69/00

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/019127

(22) 国際出願日: 2004 年 12 月 15 日 (15.12.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願 2003-421358  
2003 年 12 月 18 日 (18.12.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 平田 裕人 (HIRATA, Hirohito) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 松村 恵理子 (MATSUMURA, Eriko) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).

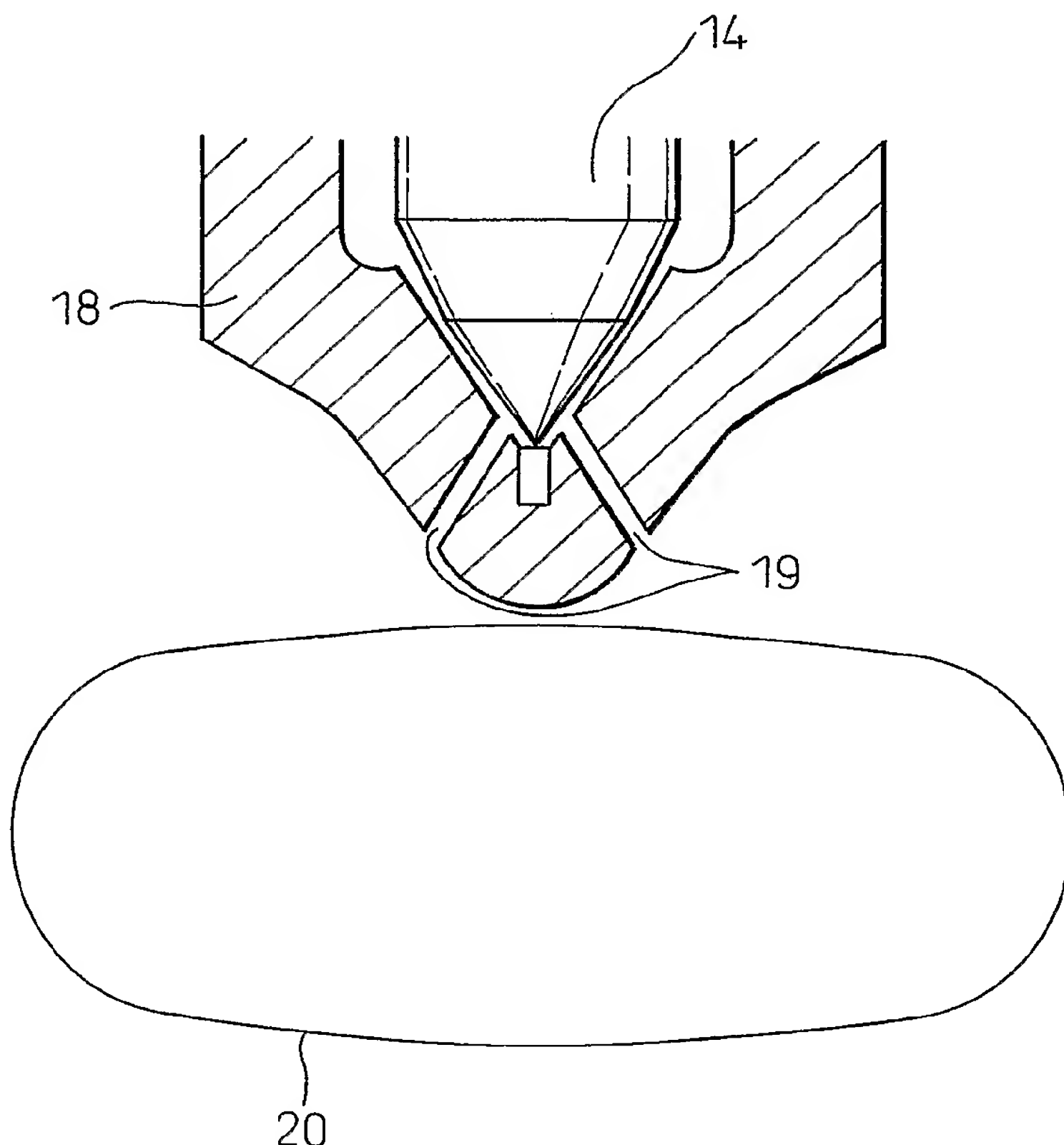
(74) 代理人: 青木 篤, 外 (AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目 5 番 1 号 虎ノ門 3 7 森ビル 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,

[続葉有]

(54) Title: PLASMA INJECTOR, EXHAUST GAS PURIFYING SYSTEM, AND METHOD FOR INJECTING REDUCING AGENT

(54) 発明の名称: プラズマインジェクター、排ガス浄化システム、及び還元剤噴射方法



(57) Abstract: Disclosed are an injector, exhaust gas purifying system and method for injecting a reducing agent wherein a reducing agent injected from an injection orifice (19) at an end portion (18) of an injection nozzle is at least partially transformed into a plasma in a plasma region (20). With such an injector, exhaust gas purifying system and method for injecting a reducing agent, a reducing agent supplied as a spray can be vaporized and/or a highly reactive reducing agent can be provided.

(57) 要約: 本発明は、噴射ノズル先端部分 (18) の噴射口 (19) から噴射した還元剤を、プラズマ領域 (20) において少なくとも部分的にプラズマ化するインジェクター、排ガス浄化システム、及び還元剤噴射方法に関する。本発明のインジェクター、排ガス浄化システム、及び還元剤噴射方法によれば、噴射して供給される還元剤を気化させること及び／又は反応性が高い還元剤を提供することができる。

WO 2005/059325 A1



NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

プラズマインジェクター、排ガス浄化システム、及び還元剤噴射方法

## 技術分野

本発明は、還元剤を噴射するインジェクター、排ガスパ管内に設けた触媒の上流側において還元剤を噴射する排ガス浄化システム、及び還元剤を液滴状態で噴射する還元剤噴射方法に関する。

## 背景技術

内燃機関の燃焼室に直接に燃料を噴射するための従来のインジェクターは、図 1 に示すようなものである。このインジェクター 10 は、内部に中空空間 13 を有するほぼ円筒状のノズル 12 と、このノズル 12 の中空空間 13 内で摺動（移動）するほぼ円柱形のニードル弁 14 とを具備している。このノズル 12 とニードル弁 14 とはこれらの軸線 A が同軸になるように配置されている。またこのノズル 12 には中空空間 13 に通じる供給通路 15 が設けられている。供給通路 15 は燃料供給源（図示せず）に接続され、この供給通路 15 を介して中空空間 13 内に高圧の燃料が供給される。供給された燃料は、ニードル弁 14 とノズル 12 の内壁面との間の環状流路 16 を介してノズル 12 の先端部分 18 へと流れ、ノズル 12 の先端部分 18 の噴射孔 19 から噴射される。ここでは、ニードル弁 14 を中空空間 13 内で摺動させ、ニードル弁 14 の先端をノズル先端部分 18 の内壁面と接触させることによって、噴射孔 19 の入口を開閉し、噴射口 19 からの燃料の噴射を制御する。

このようなインジェクターは、内燃機関からの排ガスが流れる排

気管内に燃料を噴射するためにも使用され、これについては特開 2001-159309 で開示されている。この特開 2001-159309 では、排気管内において触媒の上流側の放電装置で放電を発生させ、この放電装置の更に上流側で還元剤を噴射することを提案している。これによれば、HC の存在によって放電装置における NO から NO<sub>2</sub> への酸化を促進できるとしている。またこの特開 2001-159309 では、触媒上流で還元剤を噴射し、触媒上で放電プラズマを発生させることも提案している。これによれば、更に触媒表面での反応が促進され、浄化活性を上げることができるとしている。

尚、自動車の排ガスを浄化するための放電プラズマの使用については特開平 5-321634 でも示されている。この特開平 5-321634 は、ディーゼルエンジンからの排ガス中のパティキュレート（以下では「PM」とする）を PM トラップで捕集し、この PM トラップに新気を供給して再生する PM 除去装置に関する。ここでは PM トラップに供給される新気に対して水を注入し、そしてコロナ放電を提供することによって OH ラジカルを発生させ、この OH ラジカルによって PM トラップに捕集された PM の燃焼を促進することを提案している。

また自動車の排ガスを浄化するための放電プラズマの使用に関して、特開平 6-363820 では、水蒸気をプラズマ発生装置に供給し、そして得られた水蒸気プラズマガスを排ガス中に供給することによって、排ガス中の有害成分を酸化し、無害化することを提案している。ここでは水蒸気をプラズマ発生装置に供給することによって、O、OH、H、H<sub>2</sub>O、O<sub>3</sub> などの活性な化学種が得られることが開示されている。

上述のように還元剤を噴射するインジェクターは様々な用途で使

用されている。しかしながらこれらいずれの用途においても、特に低温時において、還元剤を噴射しただけでは十分に気化しないことがあるという問題がある。

内燃機関からの排ガスが流れる排ガス管内への還元剤の噴射において還元剤の気化が充分ではない場合、触媒への拡散、触媒との接触が不充分になり、充分な浄化を行うことができず、また燃料成分自身が未反応のまま大気中に放出されることがある。

また、上述のように、排ガス浄化のためのプラズマの使用も特開 2001-159309 で示されるように従来から知られている。しかしながら、特開 2001-159309 でのように、燃料を排ガスに噴射し、その後で排ガスの処理の際にプラズマを提供する場合、排ガス流れ全体をプラズマ状態にしているので、プラズマを発生させるために必要とされるエネルギーが比較的大きく、またプラズマ密度は低くなる。

よって、還元剤を噴射しただけでは十分に気化しない条件であっても、噴射して供給される還元剤を気化させること及び／又は比較的容易に反応性が高い還元剤を提供することができる、インジェクター、排ガス浄化システム、及び還元剤噴射方法が必要とされている。

## 発明の開示

本発明のプラズマインジェクターは、還元剤を噴射するインジェクターであって、噴射ノズルと、この噴射ノズルの先端部分の噴射口近傍においてプラズマを発生させるプラズマ発生手段とを有し、且つ還元剤を液滴状態で噴射し、そして噴射された液滴状態の還元剤を、少なくとも部分的にプラズマ化して気化させる、インジェクターである。

この本発明のプラズマインジェクターによれば、噴射された液滴状態の還元剤を、少なくとも部分的にプラズマ化して気化させることによって、燃料を噴射しただけでは十分に気化しない場合であっても、特に比較的低温において高沸点の還元剤を噴射する場合であっても、還元剤を瞬時に気化させること、及び随意に還元剤をラジカル化、クラッキングして反応性の高い低分子量成分に転化させることができる。

また本発明のプラズマインジェクターによれば、噴射ノズルの先端部分の噴射口近傍にプラズマを発生させるプラズマ発生手段を有することによって、噴射ノズルの先端部分の噴射口近傍、すなわち還元剤を噴射される空間の全体ではなく一部においてのみ、プラズマを発生させることができる。従ってプラズマ化される空間を比較的狭くすること、すなわち比較的少ない消費エネルギーで大きいプラズマ密度を得ることができる。

また本発明のプラズマインジェクターは、プラズマ発生手段が、噴射ノズルの先端部分に配置されているものでよい。

この態様によれば、噴射ノズルの先端部分の噴射口近傍にプラズマを発生させることが容易になる。

また本発明のプラズマインジェクターは、プラズマが結合誘導プラズマであり、噴射ノズルの先端部分に配置されたプラズマ発生手段が、噴射口を囲むカップ状部分とこのカップ状部分の周囲の誘導コイルとを有し、且つこのカップ状部分が電磁波を透過させる材料で作られているものでよい。

この態様によれば、誘導コイルに高周波電源から高周波電流を供給することによって、カップ状部分の内側に磁場を発生させ、渦電流を発生させて、カップ状部分の内側及びその付近で誘導的に結合誘導プラズマを発生させることができる。



また本発明のプラズマインジェクターは、プラズマが放電プラズマであり、噴射ノズルの先端部分に配置されたプラズマ発生手段が噴射口を囲むカップ状部分を有し、このカップ状部分が半導体性材料又は導電性材料で作られており、且つこのカップ状部分とノズル先端部分とが電氣的に絶縁されてそれぞれが対電極となるようにされているものでよい。

この態様によれば、カップ状部分とノズル先端部分との間に電圧を印加することによって放電を発生させ、それによってカップ状部分の内側及びその付近で放電プラズマを発生させることができる。

また本発明のプラズマインジェクターは、プラズマが、放電プラズマ、マイクロ波プラズマ又は結合誘導プラズマであるものでよい。

結合誘導プラズマ又はマイクロ波プラズマを使用することは、電極（金属部分）を高温のプラズマに直接に露出させないことができるので、耐久性に関して好ましい。放電プラズマとしては、アーク放電プラズマ、コロナ放電プラズマ、例えばバリア放電プラズマを利用できる。アーク放電プラズマを使用することは、放電電流や放電電圧を増加することにより出力の増大が容易であり、安定な放電を長時間持続できる点、及びアーク放電を発生する装置及びアークを発生する技術が簡単であり、設備費が比較的廉価である点で好ましい。またバリア放電プラズマを使用することは、プラズマの安定性、電極の耐久性などに関して好ましい。

本発明の排ガス浄化システムは、排気管内に設けた触媒の上流側において還元剤を噴射する排ガス浄化システムであって、本発明のプラズマインジェクターによって還元剤を噴射する、排ガス浄化システムである。

この本発明の排ガス浄化システムによれば、本発明のプラズマイ

ンジェクターでの、還元剤の気化、及び随意に反応性の高い低分子量成分の生成によって、下流の触媒への還元剤の拡散、及び還元剤と触媒との接触を促進することができる。これは、触媒上での還元反応を促進し、従って還元剤自身が未反応のまま大気中に放出されることを抑制する。

この本発明の排ガス浄化システムで使用する触媒は、 $\text{NO}_x$  浄化触媒、特に  $\text{NO}_x$  吸蔵還元触媒又は  $\text{NO}_x$  選択還元触媒でよい。

この態様によれば、触媒での  $\text{NO}_x$  還元反応を促進することができる。

本発明の他の排ガス浄化システムは、排ガスパ管内に設けた触媒の上流側において、インジェクターによって還元剤を噴射する排ガス浄化システムであって、インジェクターの噴射口近傍においてプラズマを発生させる、排ガス浄化システムである。

この本発明の排ガス浄化システムによれば、噴射口近傍の比較的狭いプラズマ領域において、還元剤をラジカル化、クラッキングして反応性の高い低分子量成分に転化させること、及び／又は還元剤を噴射しただけでは十分に気化しない場合であっても、還元剤を瞬時に気化させることができる。

反応性の高い低分子量成分の生成及び／又は還元剤の気化は、下流の触媒への還元剤の拡散及び還元剤と触媒との接触を促進することができる。これは触媒上での還元反応を促進し、還元剤自身が未反応のまま大気中に放出されることを抑制する。またインジェクターの噴射口近傍、すなわち排気管の全径にわたってではなく直径方向で一部においてのみプラズマを発生させることは、プラズマ化される空間を比較的狭くすること、すなわち比較的少ない消費エネルギーで大きいプラズマ密度を得ることを可能にする。

本発明の還元剤噴射方法は、還元剤を液滴状態で噴射し、そして



噴射された液滴状態の還元剤を、少なくとも部分的にプラズマ化することによって気化させる、還元剤噴射方法である。

本発明の還元剤噴射方法によれば、還元剤の噴射、特に比較的低温における比較的高沸点の還元剤の噴射において、還元剤を噴射しただけでは十分に気化しない場合であっても、還元剤を瞬時に気化させ、空気等との混合を促進することができる。また場合によってはこの還元剤のプラズマ化によって、還元剤をラジカル化、クラッキングして反応性の高い低分子量成分に転化させることができる。

本発明のインジェクター、排ガス浄化システム、及び還元剤噴射方法によれば、噴射して供給される還元剤をラジカル化、クラッキングして反応性の高い低分子量成分に転化させること、及び／又は還元剤を噴射しただけでは十分に気化しない場合であっても、還元剤を瞬時に気化させることができる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、従来のインジェクターの拡大断面図である。

図 2 は、本発明のプラズマインジェクターの概念を示す断面図である。

図 3 は、結合誘導プラズマを使用する本発明のプラズマインジェクターの 1 つの態様を示す概略断面図である。

図 4 は、放電プラズマを使用する本発明のプラズマインジェクターの他の態様を示す概略断面図である。

図 5 は、マイクロ波プラズマの発生機構を示す概略図である。

図 6 は、本発明の排ガス浄化システムを示す概略断面図である。

図 7 は、プラズマによる炭化水素分子のクラッキングを行う実験を示す概略図である。

図 8 は、図 7 で示す実験において使用したノズルを示す概略断面

図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下では本発明を図に示した実施形態に基づいて具体的に説明するが、これらの図は本発明の概略を示す図であり、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではない。

#### [本発明のプラズマインジェクター]

本発明のプラズマインジェクターの概略を図2に関して説明する。

本発明のプラズマインジェクターは、噴射した還元剤を少なくとも部分的にプラズマ化できるものである。このプラズマ化は、図2で示すように、噴射ノズルの先端部分18に位置する噴射口19から、還元剤をプラズマ領域、特に噴射口19近傍のプラズマ領域20に噴射することによって行うことができる。

本発明のプラズマインジェクターで噴射される還元剤は、用途に応じて選択することができるが、例えばガソリン、軽油等の炭化水素、又はエーテル、アルコール等であってよい。尚、用語「還元剤」は、インジェクターからの供給物によって他の物質を還元させることを意図した用途において、この供給物を表すために使用される用語である。すなわち、内燃機関の動力エネルギーを発生させるための燃料としてガソリンを燃焼室内に噴射し、同時にこの内燃機関から排出される排ガス中の $\text{NO}_x$ を還元するために「還元剤」としてガソリンを排気管内に噴射することもある。当然に、内燃機関の動力源としての燃料と排ガスの浄化のための「還元剤」とが異なってもよい。

本発明のプラズマインジェクターの噴射ノズル部分としては、任意のノズル部分を使用できる。また例えば本発明のインジェクター

は、図 1 に示すような、内燃機関の燃焼室に燃料を噴射するための従来のインジェクターの機構を有することができる。

図 2 で示すように、本発明のプラズマインジェクターによるプラズマ化を噴射口 19 近傍の領域において行う場合、この噴射口 19 近傍のプラズマ領域 20 は、本発明のプラズマインジェクターによって還元剤を噴射される排気管のような空間の全体ではなく一部であり、噴射口 19 から 5 cm 以内、特に 2 cm 以内、より特に 1 cm 以内の領域とすることができる。

本発明のプラズマインジェクターは、ノズル先端部分 18 に、プラズマを発生させる手段を有することができる。このノズル先端部分 18 のプラズマ発生手段としては、図 3 及び 4 に示すようなプラズマ発生手段を考慮することができる。

図 3 に示すプラズマインジェクターは、結合誘導プラズマを発生させるものである。この図 3 に示す結合誘導プラズマ発生手段 30 では、図 1 に示すようなインジェクターのノズル先端部分 18 に円筒状のカップ 32 が配置されている。このカップ 32 は電磁波を透過させる材料、例えば石英のような絶縁性材料で作られており、このカップ 32 の周囲には、誘導電場を発生するための誘導コイル 33 が配置されている。誘導コイル 33 の一端には、マッチングボックス 36 を介して高周波電源 35 が接続されており、他端は接地されている。

この結合誘導プラズマインジェクターの使用においては、マッチングボックス 36 によってインピーダンスを調整して高周波電源 35 から誘導コイル 33 に高周波電流を流し、カップ 32 の内側で磁場を発生させ、渦電流を発生させ、それによってカップ 32 内及びその付近で誘導的にプラズマ 20 を発生させる。ここで使用する高周波電流としては、例えば 2 ～ 50 MHz、特に 3 ～ 40 MHz の

周波数を用いることができる。

図 4 に示すプラズマインジェクターは、放電プラズマを発生させるものである。この図 4 に示す放電プラズマ発生手段 40 では、図 1 で示すようなインジェクターのノズル先端部分 18 に円筒状のカップ 42 が配置されている。このカップ 42 とノズル先端部分 18 とは、絶縁材料 43 によって電氣的に絶縁されており、それぞれが対電極となるように、カップ 42 が電源 45 に接続され、ノズル先端部分 18 が接地されている。カップ 42 とノズル先端部分 18 とはいずれをカソードとすることも、またアノードとすることもできる。また図 4 ではノズル先端部分 18 は接地されているが、電源 45 に接続してカップ 42 と反対の電圧を印加されるようにしてもよい。

この放電プラズマインジェクターの使用においては、電源 45 によってカップ 42 とノズル先端部分 18 との間に放電を発生させ、それによってカップ 42 内及びその付近でプラズマ 20 を発生させる。

カップ 42 及びノズル先端部分 18 は、これらの間に電圧を印加して、これらを放電電極として使用できる材料で製造することができる。そのような材料として、導電性材料や半導体性材料を用いることができるが、金属材料、例えば銅、タングステン、ステンレス、鉄、アルミニウム等が好ましい。しかしながら特にアーク放電では電極が高温になるので、タングステンのような高融点材料を使用することが好ましい。また、バリア放電を使用するために、これらの導電性又は半導体性材料上に絶縁性材料を配置することもできる。

アーク放電を用いてこの放電プラズマインジェクターでプラズマを発生させる場合、電源 45 は、例えば 1 ～ 50 V の電圧及び 5 ～

500 A の電流を供給することができる。このアーク放電ではカソードから放出される電子によって放電が持続される。アーク放電を生じさせるための電流としては、直流のみでなく交流を用いることもできる。

またコロナ放電を用いてこの放電プラズマインジェクターでプラズマを発生させる場合、電源 45 は、パルス状の直流又は交流電圧を供給するものでよい。カップ 42 とノズル先端部分 18 との間の印加電圧としては、一般的には 1 kV ~ 100 kV、例えば 40 kV ~ 60 kV の電圧を使用することができる。また印加電圧のパルス周期は、10 ms ~ 0.1  $\mu$ s、特に 0.1 ~ 10  $\mu$ s にすることができる。

#### [本発明の排ガス浄化システム]

本発明の排ガス浄化システムは、図 6 に示すようなものであってよい。

この図 6 では、インジェクター 10、排気管 76、触媒、特に  $\text{NO}_x$  吸蔵還元触媒又は  $\text{NO}_x$  選択還元触媒のような  $\text{NO}_x$  浄化触媒 72、ケーシング 74 を有する本発明の排ガス浄化システム 70 が示されている。矢印 79 は排ガス流れ方向を示している。また制御線 10a を通じてインジェクター 10 の還元剤噴射を制御できるようにされている。またプラズマ 20 がインジェクター 10 の噴射口近傍に存在することが示されている。この本発明の排ガス浄化システム 70 は、プラズマ 20 を発生させる手段を有する以外は、従来の排ガス浄化システムと同様なものであってよい。

インジェクター 10 の噴射口近傍のプラズマ 20 では、このインジェクター 10 によって噴射される還元剤を反応性の高い低分子量成分に添加させること及び／又は気化させることができる。ここでこの噴射口近傍の領域は、インジェクターによって還元剤を噴射さ



れる排気管の全径にわたる領域ではなく一部の領域であり、例えばインジェクター10の噴射口から5cm以内、特に2cm以内、より特に1cm以内の領域とすることができる。

本発明の排ガス浄化システム70では、ガソリン、軽油等の内燃機関の動力源に使用される燃料を還元剤として噴射できるだけでなく、別個の還元剤を噴射することもできる。また、本発明の排ガス浄化システム70で利用できる $\text{NO}_x$ 浄化触媒は、排ガス、特に内燃機関からの排ガス中の $\text{NO}_x$ の還元を促進する触媒である。

また、ここで発生させるプラズマは、常に発生させておくこともできるが、還元剤を噴射する瞬間のみ、特に暖機がまだ充分ではない条件において還元剤を噴射する瞬間のみ発生させると、消費エネルギーに関して好ましい。

#### [プラズマ]

一般に知られているようにプラズマとは、自由運動する正と負の電荷をもつ2種以上の荷電粒子が共存する物質状態を意味する。従ってプラズマ状態では、存在する物質は高いポテンシャルエネルギーを有し、還元剤をプラズマ状態にし、ラジカル化、クラッキングを行って、反応性の高い低分子量成分に転化することができる。また還元剤が液滴状態で供給された場合にも瞬時に気化し、ラジカル化、クラッキングして、反応性の高い低分子量成分に転化することができる。

本発明に関してプラズマを発生させるためには様々な様式を考慮することができる。本発明は、プラズマを発生させる手段に限定されないが、例えば放電プラズマ、マイクロ波プラズマ又は結合誘導プラズマを使用することができる。以下ではこれらのそれぞれについて説明する。

#### [結合誘導プラズマ]

結合誘導プラズマは、プラズマを発生させる空間の周囲に巻いた誘導コイルに高周波電流を流し、誘導コイル内に磁場を発生させ、渦電流を発生させ、それによって誘導的に発生させるプラズマをいう。ここで使用する高周波電流としては、例えば2～50MHz、特に3～40MHzの周波数を用いることができる。

この結合誘導プラズマは、電極（金属部分）をプラズマに高温のプラズマに直接に露出させないことができるので、耐久性に関して好ましい。

#### 〔放電プラズマ〕

放電プラズマは、電極間の放電によって生じる高エネルギーの電子を気体分子に衝突させ、それによって気体分子をプラスイオンとマイナスイオンとにすることによって発生させるプラズマをいう。この放電プラズマを発生させるためには、任意の放電形態を使用できるが、アーク放電、又はコロナ放電、例えばバリア放電を利用できる。

アーク放電を用いてプラズマを発生させる場合、例えば1～50Vの電圧及び5～500Aの電流を電極間に供給することができる。このアーク放電ではカソードから放出される電子によって放電が持続されている。アーク放電を生じさせるための電流としては、直流のみでなく交流を用いることもできる。

アーク放電を用いると、放電電流や放電電圧を増加することにより出力の増大が容易であり、安定な放電を長時間持続することができる。またアーク放電を発生する装置及びアークを発生する技術が簡単であり、設備費が比較的廉価である。

またコロナ放電を用いてプラズマを発生させる場合、パルス状の直流又は交流電圧を電極間に印加することができる。コロナ放電を行う電極間の印加電圧としては、一般的には1kV～100kV、

例えば 40 kV ~ 60 kV の電圧を使用することができる。また印加電圧のパルス周期は、0.1 ~ 10 ms 以下、特に 0.1 ~ 1 ms にすることができる。尚、電極上に絶縁性材料を配置してバリア放電を行うことは、放電の安定性に関して好ましい。

#### [マイクロ波プラズマ]

マイクロ波プラズマは、マグネトロンのようなマイクロ波発生装置で発生させたマイクロ波、例えば周波数 2.54 GHz 程度のマイクロ波を、導波管を経由させてアンテナから照射し、電場強度を強めて発生させるプラズマをいう。

特に大気圧又はそれよりも高い気体圧力においてマイクロ波プラズマを発生させる場合、プラズマ励起体を使用し、このプラズマ励起体にマイクロ波を照射することによって、このプラズマ励起体の周囲でプラズマを発生させることが有利である。ここで使用されるプラズマ励起体は、マイクロ波の照射を受けてその周囲でのプラズマの励起を促進する任意の材料で作ることができ、例えば導電性セラミック、特に SiC 焼結体のような導電性セラミック焼結体でよい。

このプラズマ励起体を使用するマイクロ波プラズマの発生は、図 5 に示すようにして行うことができる。この図 5 では、プラズマ励起体としての SiC 焼結体 52、このプラズマ励起体 52 に照射されるマイクロ波 54、ガス流れを示す矢印 56、及び発生するプラズマ 20 が示されている。

#### [プラズマによる還元剤のクラッキング]

還元剤を少なくとも部分的にプラズマ化することによって瞬時に還元剤の気化、ラジカル化、クラッキングを行えること自体は、プラズマの非常に高いエネルギー状態を考慮すれば十分に当業者に明らかである。しかしながら以下では、炭化水素 ( $C_{13}H_{28}$ ) のプラ

ズマ化によってクラッキング等が行われることを実験によって確認した。

ここでは図 7 で示すような実験装置を用いた。実験においては、燃料供給部からの燃料 ( $C_{13}H_{28}$ ) と  $N_2$  供給部からのキャリアガスとしての  $N_2$  とを混合し、ノズルを経由させてチャンバーに供給した。またノズル内での放電によって放電プラズマを発生させた。実験においては、この放電プラズマがノズルの先端から出ていることが観察された。 $N_2$  供給部からの  $N_2$  はチャンバーに直接的にも供給した。またチャンバーからの排気の一部にガスクロマトグラフ分析を行った。

ここでこの実験で使用してプラズマを発生させたノズルは、図 8 に示すようなものであった。ここでこの図 8 で示されるノズルは、中空円筒状電極 9 2 とその中心線上に配置された棒状電極 9 4 とからなり、これらの電極間にはガス流れ流路 9 6 が形成されている。矢印 9 8 はこのガス流れ流路 9 6 を流通するガス流れを示している。またこのノズルは、中空円筒状電極 9 2 とその中心線上に配置された棒状電極 9 4 との間に、電源 9 3 によって電圧を印加し、それによって中空円筒状電極 9 2 の先端部 9 2 a と棒状電極 9 4 の先端部 9 4 a との間で放電を行えるようにされている。尚、ここでは円筒状電極の内側にガラス管を配置して、バリア放電が起こるようにされている。

この実験によれば、放電によってプラズマを発生させているときのみ、 $C_1 \sim C_3$  の成分がガスクロマトグラフ分析で測定された。これはプラズマが比較的大きい分子 ( $C_{13}H_{28}$ ) をクラッキングして、比較的小さい分子 ( $C_1 \sim C_3$ ) を作れることを示している。

## 請 求 の 範 囲

1. 還元剤を噴射するインジェクターであって、噴射ノズルと、前記噴射ノズルの先端部分の噴射口近傍においてプラズマを発生させるプラズマ発生手段とを有し、且つ還元剤を液滴状態で噴射し、そして噴射された液滴状態の還元剤を、少なくとも部分的にプラズマ化して気化させる、プラズマインジェクター。

2. 前記プラズマ発生手段が、前記噴射ノズルの先端部分に配置されている、請求項1に記載のプラズマインジェクター。

3. 前記プラズマが結合誘導プラズマであり、噴射ノズルの先端部分に配置された前記プラズマ発生手段が、噴射口を囲むカップ状部分とこのカップ状部分の周囲の誘導コイルとを有し、且つ前記カップ状部分が電磁波を透過させる材料で作られている、請求項2に記載のプラズマインジェクター。

4. 前記プラズマが放電プラズマであり、噴射ノズルの先端部分に配置された前記プラズマ発生手段が噴射口を囲むカップ状部分を有し、このカップ状部分が半導体性材料又は導電性材料で作られており、且つ前記カップ状部分とノズル先端部分とが電氣的に絶縁されてそれぞれが対電極となるようにされている、請求項2に記載のプラズマインジェクター。

5. 前記プラズマが、放電プラズマ、マイクロ波プラズマ又は結合誘導プラズマである、請求項1又は2に記載のプラズマインジェクター。

6. 排気管内に設けた触媒の上流側において還元剤を噴射する排ガス浄化システムであって、請求項1～7のいずれかに記載のプラズマインジェクターによって前記還元剤を噴射する、排ガス浄化システム。



7. 前記触媒が  $\text{NO}_x$  浄化触媒である、請求項 6 に記載の排ガス浄化システム。

8. 排ガスパ管内に設けた触媒の上流側において、インジェクターによって還元剤を噴射する排ガス浄化システムであって、前記インジェクターの噴射口近傍においてプラズマを発生させる、排ガス浄化システム。

9. 還元剤を液滴状態で噴射し、そして噴射された液滴状態の還元剤を、少なくとも部分的にプラズマ化することによって気化させる、還元剤噴射方法。

Fig.1

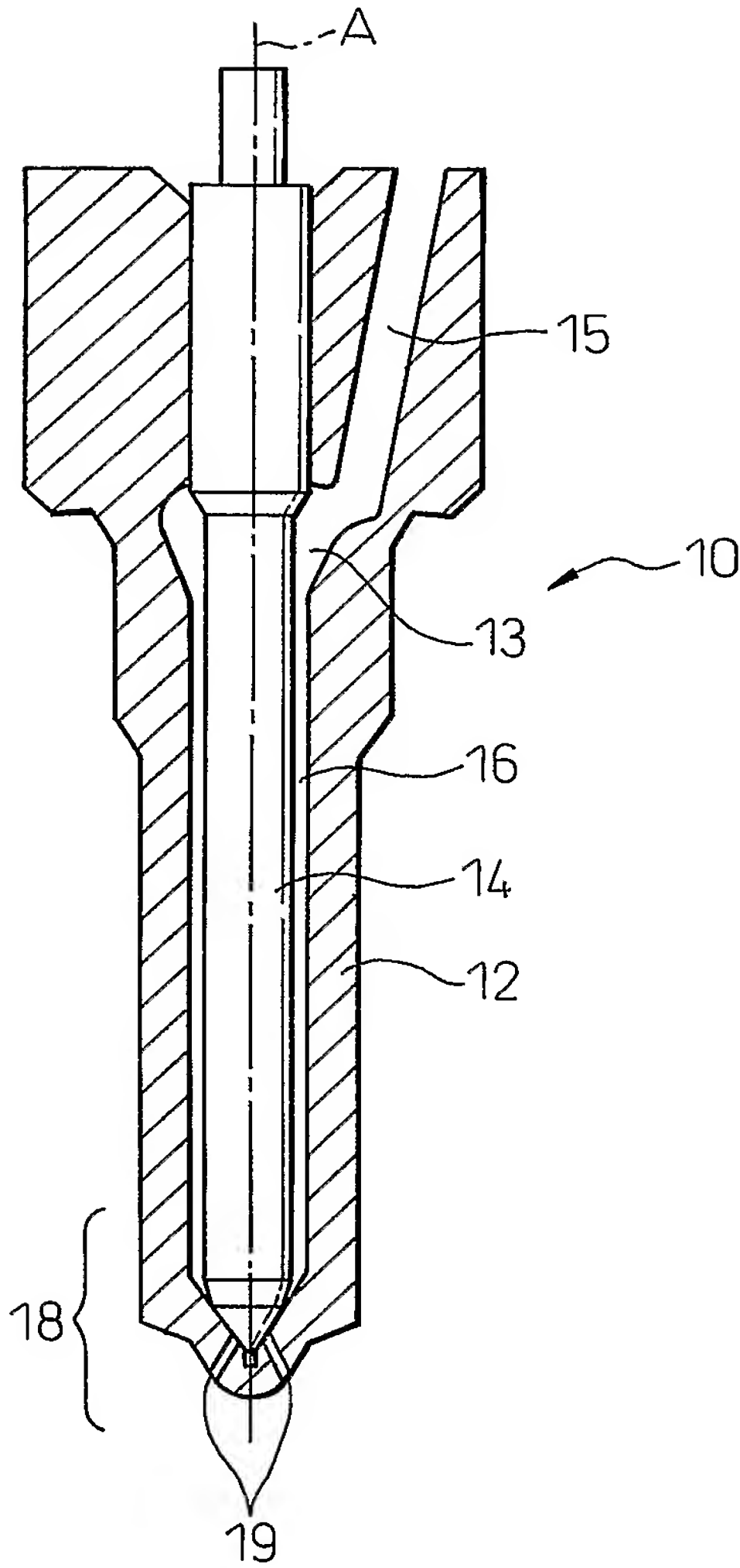


Fig.2

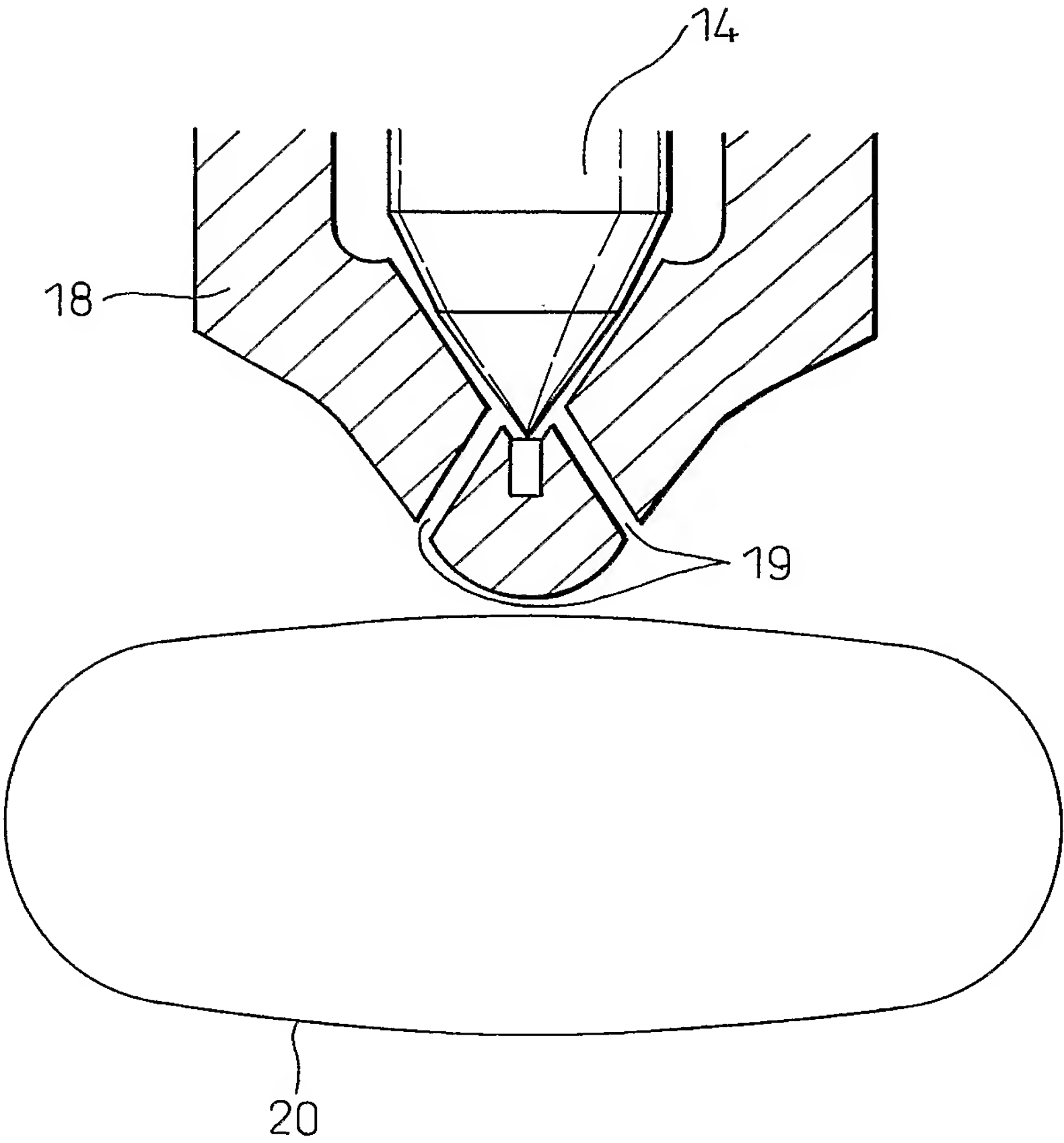


Fig.3

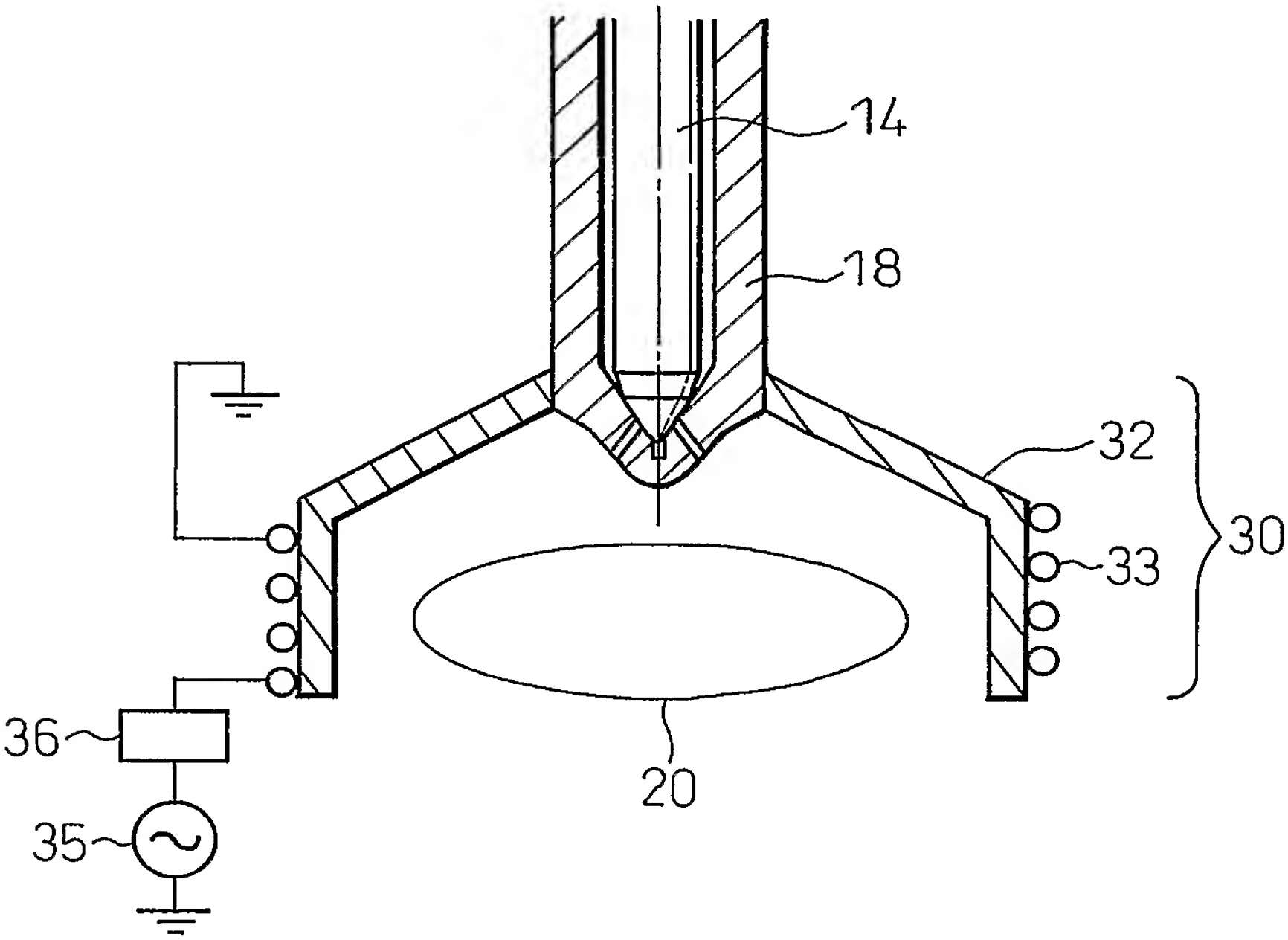


Fig. 4

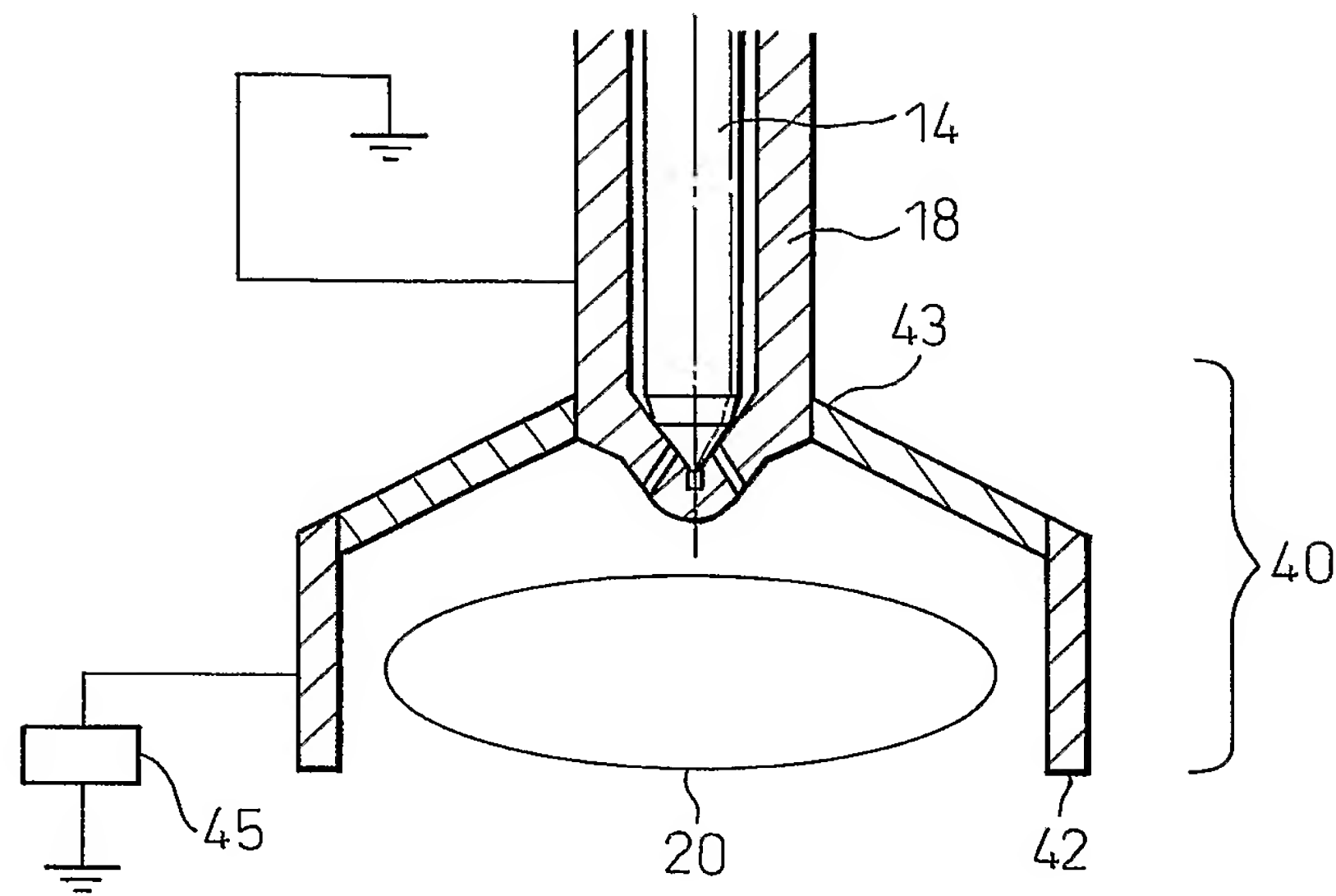


Fig. 5

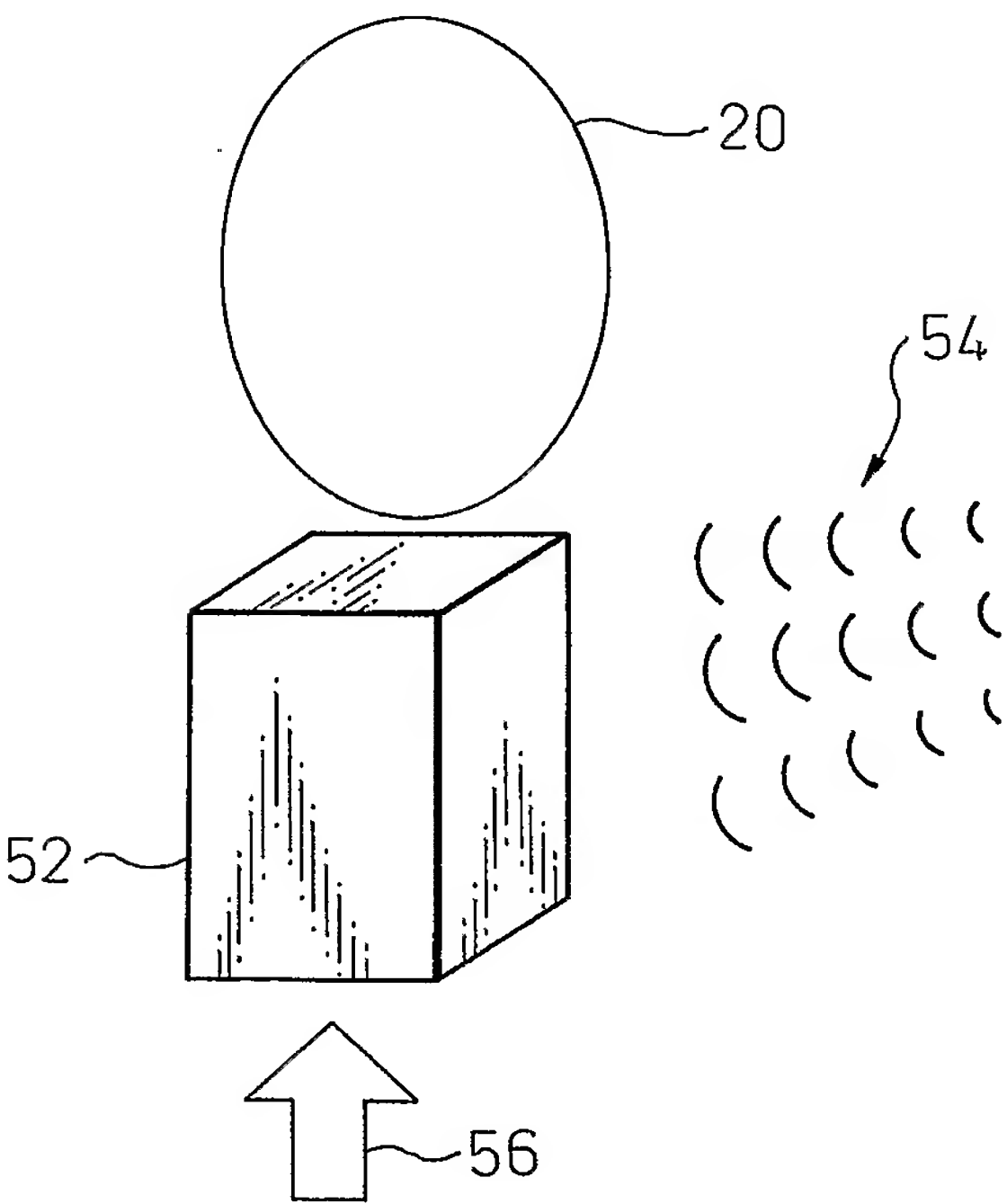


Fig.6

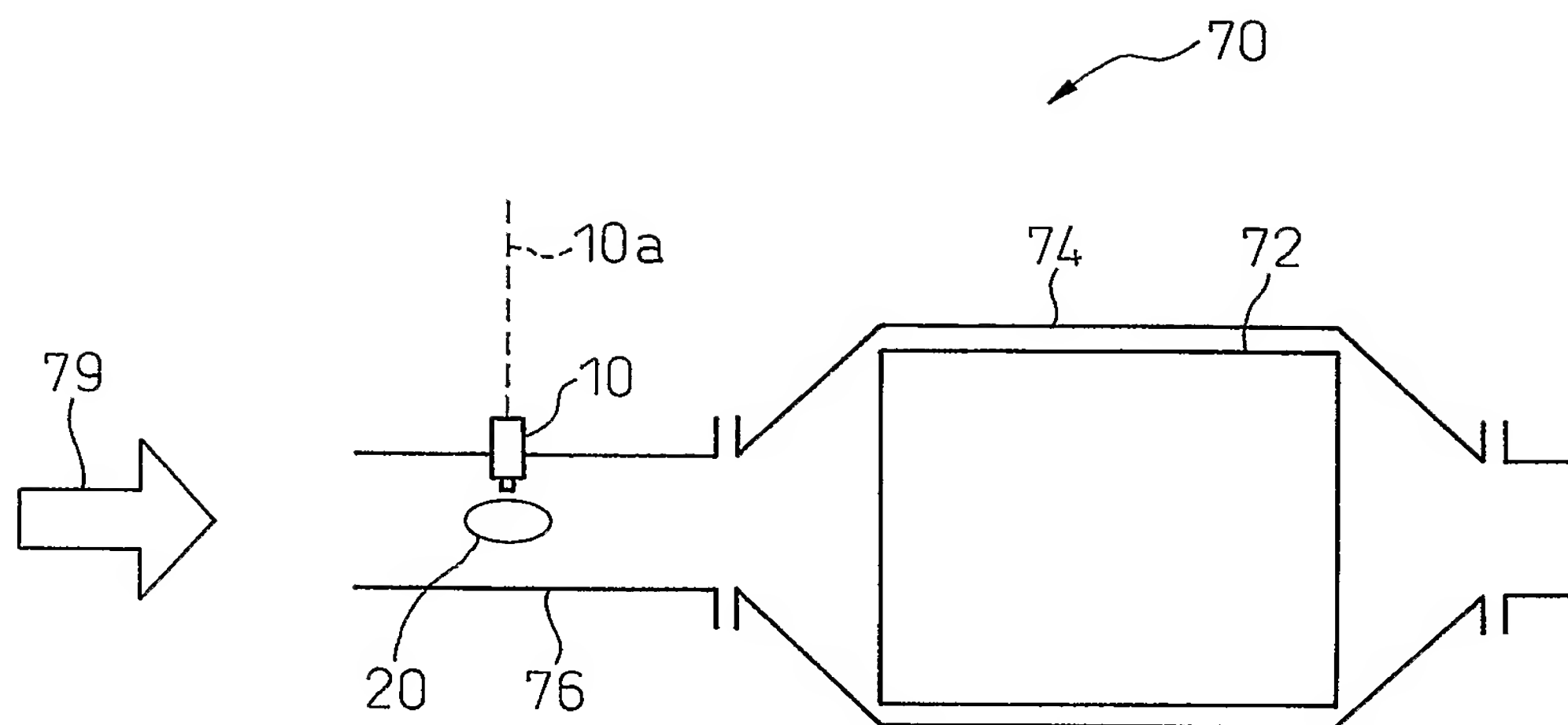


Fig.7

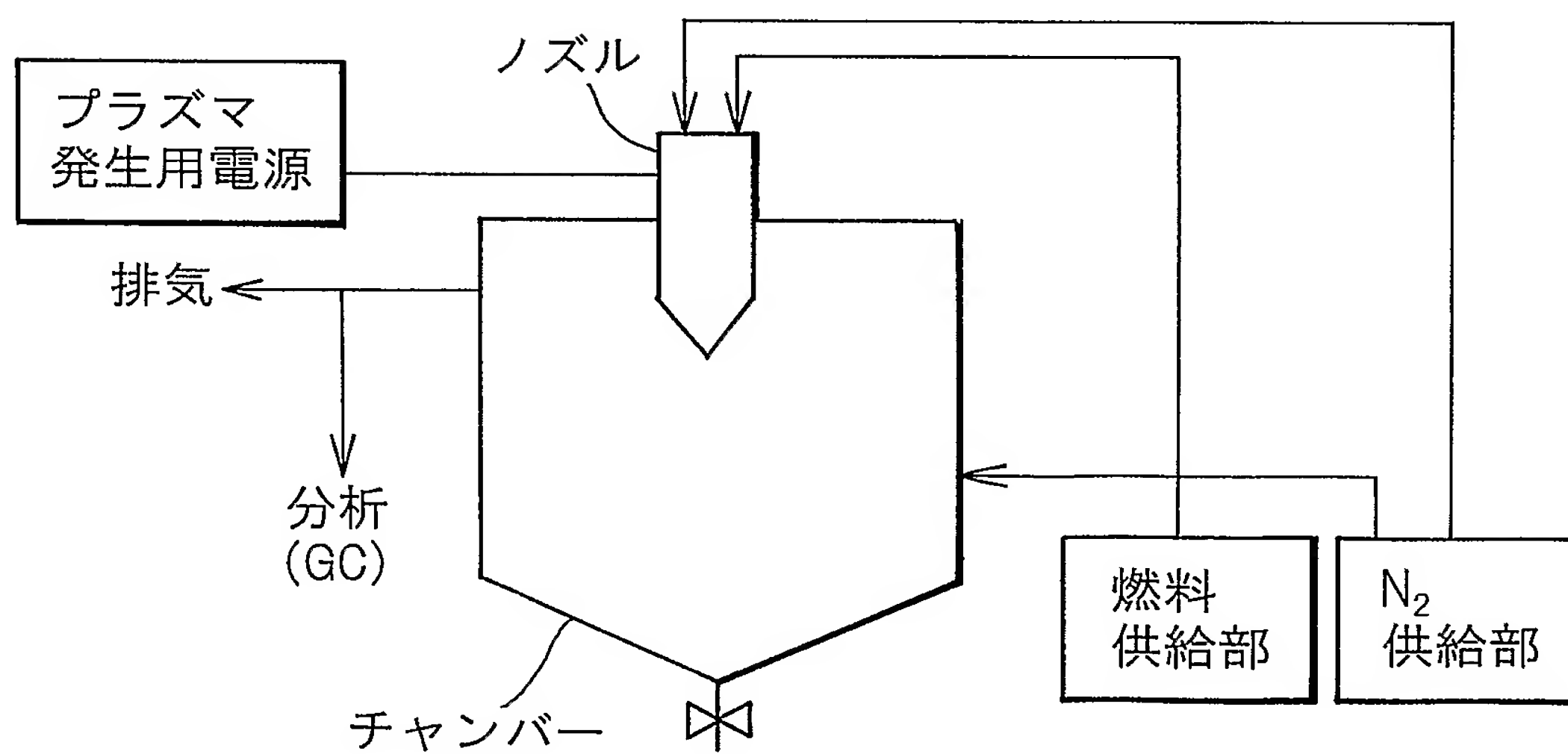
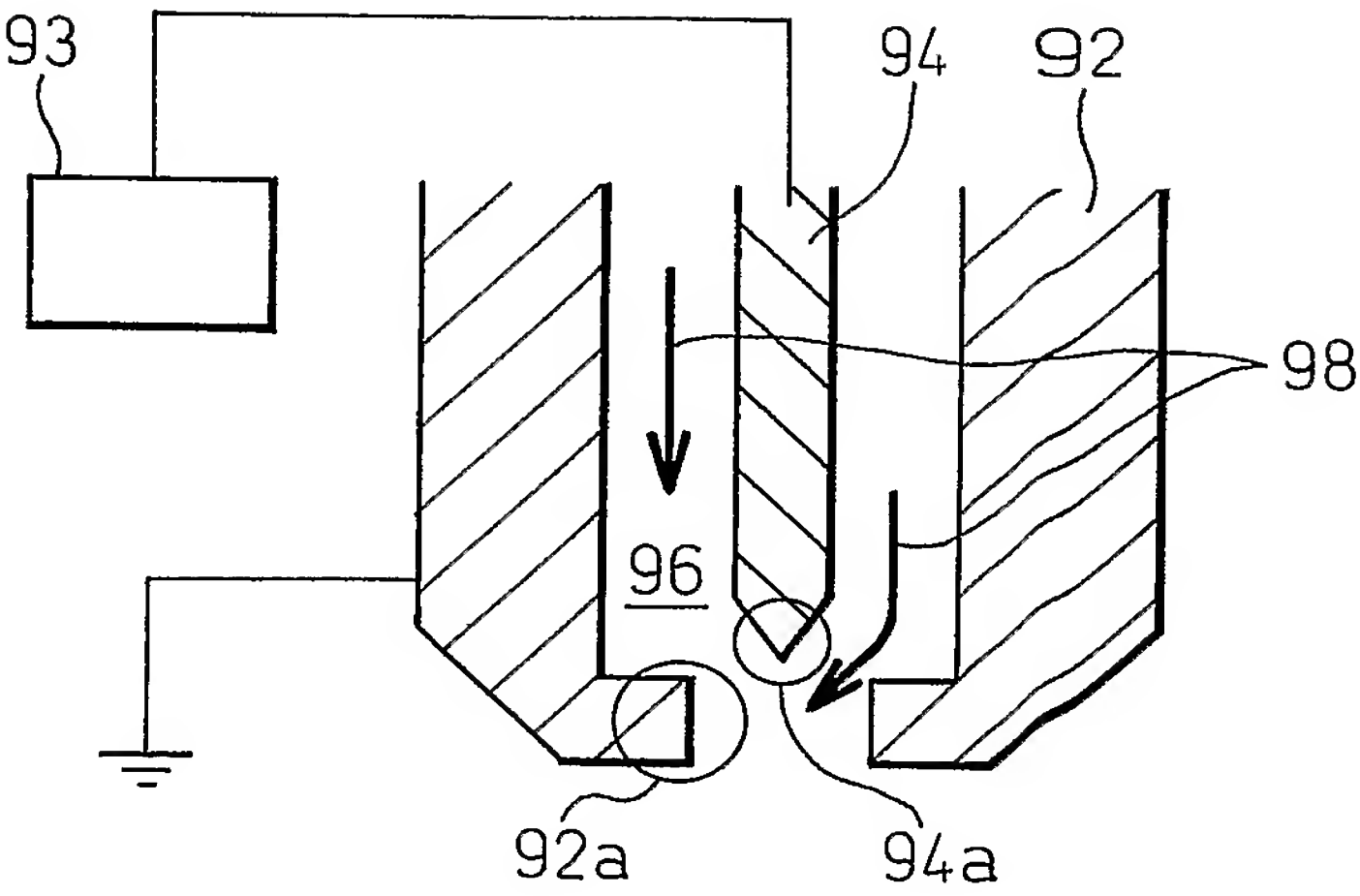




Fig.8



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019127

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> F01N3/08, F01N3/36, F02M51/06, F02M69/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> F01N3/08, F01N3/36, F02M51/06, F02M69/00

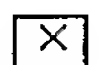
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2003-529012 A (Massachusetts Institute of Technology), 30 September, 2003 (30.09.03), Full text; all drawings & WO 2001/014698 A1 & WO 2003/027005 A1 & US 2002/0194835 A1	1, 2, 5-9 3, 4
Y	JP 2002-61556 A (Shigeru NAGANO), 28 February, 2002 (28.02.02), Fig. 1 (Family: none)	1, 2, 5-9
Y	JP 2001-317360 A (Shigeru NAGANO), 16 November, 2001 (16.11.01), Fig. 5 (Family: none)	1, 2, 5-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
11 March, 2005 (11.03.05)

Date of mailing of the international search report  
29 March, 2005 (29.03.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019127

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-233733 A (Toshiba Corp.), 20 August, 2002 (20.08.02), Par. No. [0035]; Fig. 4 (Family: none)	1-9

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> F01N 3/08, F01N 3/36, F02M 51/06, F02M 69/00

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> F01N 3/08, F01N 3/36, F02M 51/06, F02M 69/00

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2005年

日本国実用新案登録公報 1996-2005年

日本国登録実用新案公報 1994-2005年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	J P 2003-529012 A (マサチューセッツ インステ イテュート オブ テクノロジー), 2003.09.30, 全 文, 全図 & WO 2001/014698 A1 & WO 2003/027005 A1 & US 2002/0194835 A1	1, 2, 5-9 3, 4
Y	J P 2002-61556 A (長野 茂), 2002.02. 28, 図1 (ファミリーなし)	1, 2, 5-9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

11.03.2005

## 国際調査報告の発送日

29.3.2005

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官 (権限のある職員)

亀田 貴志

3 T

9719

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

